Nicolae Sfetcu

Imre Lakatos: Euristica și toleranța metodologică

Colecția ESEURI

MultiMedia Publishing

Imre Lakatos: Euristica și toleranța metodologică

Nicolae Sfetcu

12 ianuarie 2019

Sfetcu, Nicolae, "Imre Lakatos: Euristica și toleranța metodologică", SetThings (12 ianuarie 2019), MultiMedia Publishing (ed.), DOI: 10.13140/RG.2.2.35405.28649, ISBN: 978-606-033-192-6, URL = https://www.telework.ro/ro/e-books/imre-lakatos-euristica-si-toleranta-metodologica/

Email: nicolae@sfetcu.com

Abstract

Pentru a analiza conceptele de euristica și toleranță metodologică dezvoltate de Lakatos, m-am concentrat pe secțiunea ”Falsification and the methodology of scientific research programmes”, publicată pentru prima dată ca articol în 1970 și apoi în cartea *The methodology of scientific research programmes*, Volume I (Lakatos 1978). Am analizat, în acest text, exemplificarea autorului pentru programul de cercetare al emisiei de lumină (în fizica cuantică timpurie) al lui Bohr. O exemplificare detaliată a conceptelor este prezentată de Lakatos în secțiunea ”Newton's effect on scientific standards” din aceeași carte. De asemenea, am făcut dese referiri la cartea *Proofs and Refutations* (Lakatos 1976) publicată de Lakatos în 1976, în care expune viziunea sa euristică printr-o aplicare directă la evoluția matematicii, și am apelat și la articole ale altor autori pentru analiza celor două concepte în viziunea lui Lakatos.

1 Prezentarea generală

”*Metodologia programelor de cercetare științifică*" este o revizuire radicală a criteriului de demarcație al lui Popper între știință și neștiință, conducând la o teorie nouă a raționalității științifice. Pentru Popper, o teorie este *științifică* doar dacă este falsificabilă empiric, adică dacă este posibil să specificăm declarații observaționale care ar dovedi că este greșită. O teorie este o *știință bună* dacă este refutabilă, riscantă, poate rezolva probleme și rezistă la succesive încercări de respingere. Trebuie să fie extrem de falsificabilă, bine testată, dar (până acum) nefalsificată. Lakatos obiectează că, deși este relativ corect criteriul lui Popper, este prea restrictiv, deoarece ar exclude prea mult din practica științifică de zi cu zi ca neștiințifică și irațională. Oamenii de știință de multe ori persistă rațional cu teorii pe care, potrivit standardelor lui Popper, ar fi trebuit să le respingă ca fiind "refutate".

Dar dacă oamenii de știință persistă deseori cu teorii "respinse", fie oamenii de știință sunt neștiințifici, fie Popper nu este corect în ceea ce constituie știința bună. Ideea lui Lakatos este de a construi o metodologie a științei și, împreună cu ea, un criteriu de delimitare ale cărui precepte să fie mai în concordanță cu practica științifică. *Falsificabilitatea* continuă să joace un rol în concepția lui Lakatos, dar importanța sa este oarecum diminuată, renunțând efectiv la o considera ca un criteriul de delimitare dintre știință și ne-știință. Un program de cercetare poate fi falsificabil (într-un anumit sens), dar neștiințific, și științific dar nefalsificabil. De asemenea, fiecare teorie succesivă într-un program de cercetare degenerativă poate fi falsificabilă, dar programul ca întreg poate să nu fie științific. În opinia lui Lakatos, nu trebuie să fie o crimă în a proteja insuficiența programului de cercetare de o respingere empirică. Pentru Popper, este un păcat împotriva științei să se apere o teorie respinsă prin "introducerea ad-hoc a unei ipoteze auxiliare sau prin re-interpretarea teoriei ad-hoc astfel încât să scape de respingere".

Lakatos începe articolul printr-o scurtă prezentare a conceptului de falsificaționism al lui Popper, considerând că esența ”rețetei” acestuia este ”îndrăzneala în ipoteze, pe de o parte, și austeritatea în refutații pe de altă parte.” Face apoi distincția dintre Popper, pentru care știința este "revoluția în permanență" și critica este inima intreprinderii științifice, și Kuhn, pentru care întreprinderea științifică este excepțională și extra-științifică, iar critica este în "vremuri normale" anatema.

Lakatos continuă cu o prezentare a tezelor privind cunoașterea. Potrivit metodei științifice ”*justificaționiste*”, cunoașterea a constat din propoziții dovedite. Intelectualiștii clasici (sau "*raționaliștii*", în sensul restrâns al termenului) au admis "dovezi" extrem de variate - și puternice - prin revelație, intuiție intelectuală, experiență. Acestea, cu ajutorul logicii, le-au permis să dovedească orice tip de afirmație științifică. *Empiriștii* clasici au acceptat ca axiome doar un set

relativ mic de "propoziții factuale" care au exprimat "faptele tari". Valoarea adevărului lor a fost stabilită de experiență și au constituit baza empirică a științei. Pentru a dovedi teoriile științifice din nimic altceva decât baza empirică îngustă, aveau nevoie de o logică mult mai puternică decât logica deductivă a intelectualilor clasici: "logica inductivă". Toți justificaționiștii, intelectualii sau empiriștii, au fost de acord că o afirmație singulară care exprimă o "faptă tare" poate dezaproba o teorie universală, (Lakatos 1978) dar puțini dintre ei au crezut că o conjuncție finită de propoziții factuale ar putea fi suficientă pentru a dovedi o teorie universală "inductivistă".

Justificaționismul (identificarea cunoașterii cu cunoașterea dovedită) a fost înlocuit în timp de *scepticism*, care a susținut că nu există (și nu ar putea exista) nicio cunoaștere dovedită și, prin urmare, nicio cunoaștere în general. Raționaliștii clasici au încercat să salveze principiile *a priori* sintetice ale intelectualității și empiriștilor clasici. Pentru toți, onestitatea științifică a cerut să nu se afirme nimic care nu este dovedit. Dar, consideră Lakatos, a rezultat că toate teoriile sunt la fel de nedemonstrabile. *Probabilismul*, elaborat de un grup de filozofi din Cambridge, a considerat că, deși teoriile științifice sunt la fel de nepotrivite, au grade diferite de probabilitate comparativ cu dovezile empirice disponibile. În acest fel, onestitatea științifică necesită mai puțin decât a fost gândit: constă în exprimarea unor teorii foarte probabile; sau chiar prin specificarea, pentru fiecare teorie științifică, a probelor și a probabilității teoriei în lumina acestor dovezi.

Ulterior, Popper presupune că toate teoriile au o probabilitate zero, oricare ar fi dovezile; toate teoriile nu numai că sunt la fel de nedovedit, dar și la fel de improbabile.

1.1 Falsificaționismul dogmatic (sau naturalist)

Falsificaționismul dogmatic admite falsificabilitatea tuturor teoriilor științifice fără calificare, dar păstrează un fel de bază empirică infailibilă. Este strict empiricist fără a fi

inductivist: neagă faptul că certitudinea bazei empirice poate fi transmisă teoriilor. Astfel, falsificabilitatea dogmatică este cea mai slabă marcă a justificării.

Semnul distinctiv al falsificării dogmatice este recunoașterea faptului că toate teoriile sunt la fel de conjecturale. Știința nu poate dovedi nicio teorie, dar le poate respinge. Onestitatea științifică constă astfel în aceea de a specifica un experiment în așa fel încât, dacă rezultatul contrazice teoria, trebuie să renunțăm la teorie. Odată ce o propoziție este respinsă, ea trebuie să fie necondiționat respinsă. Propozițiile nefalsificabile sunt marcate ca "metafizice" și negate din punct de vedere științific.

Conform logicii falsificării dogmatice, știința crește prin înlăturarea repetată a teoriilor cu ajutorul unor fapte grele. Astfel, știința se desfășoară prin speculații îndrăznețe, care nu sunt niciodată dovedite sau chiar probabile, dar unele dintre ele sunt ulterior eliminate prin respingeri grele și concludente și apoi înlocuite de speculații încă mai îndrăznețe, noi și, cel puțin la început, nefalsificate.

Falsificarea dogmatică este considerată totuși *imposibilă* de Lakatos. Se bazează pe două ipoteze false și pe un criteriu prea restrâns de demarcare între știință și ne-știință. Prima ipoteză este că există o graniță naturală, psihologică, între propozițiile teoretice sau speculative, pe de o parte, și propunerile factuale sau observaționale (sau de bază), pe de altă parte ("abordarea naturalistă" a metodei științifice). A doua ipoteză este că dacă o propoziție satisface criteriul psihologic de a fi faptică sau observațională (sau de bază) atunci este adevărată; se poate spune că a fost dovedită din fapte (”doctrina probelor observaționale, sau experimentale”). Aceste ipoteze sunt completate de un criteriu de delimitare: numai acele teorii sunt "științifice" care interzic anumite stări observabile ale lucrurilor și, prin urmare, sunt factual posibil de respins (dacă au o bază empirică).

Pentru empiriștii clasici mintea potrivită este o *tabula rasa*, golită de tot conținutul original, eliberată de orice prejudecată a teoriei. Dar se pare din munca lui Kant și Popper - și din activitatea psihologilor influențați de ei - că o asemenea psihoterapie empirică nu poate reuși niciodată. Prin urmare, nu există o delimitare naturală (adică psihologică) între propozițiile teoretice și cele observaționale.

Dar, chiar dacă ar exista o astfel de delimitare naturală, logica ar distruge încă cea de-a doua presupunere a falsificării dogmatice. Căci valoarea de adevăr a propozițiilor "observaționale" nu poate fi decisă în mod incontestabil: nicio propoziție factuală nu poate fi dovedită vreodată din un experiment. Propozițiile pot fi derivate numai din alte propoziții, ele nu pot fi deduse din fapte: nu se poate demonstra declarații din experiențe.

În cele din urmă, chiar dacă ar exista o delimitare naturală între declarațiile de observație și teorii, și chiar dacă valoarea de adevăr a declarațiilor de observație ar putea fi stabilită în mod incontestabil, falsificarea dogmatică ar fi în continuare inutilă pentru eliminarea celei mai importate clase a ceea ce este frecvent considerată ca teorii științifice. Chiar dacă experimentele ar putea arăta rapoarte experimentale, puterea lor de refuz ar fi totuși limitată: exact cele mai admirate teorii științifice pur și simplu nu reușesc să interzică nicio stare observabilă a lucrurilor.

Justificaționiștii clasici au admis doar teoriile dovedite; justificaționiștii neoclasici pe cele probabile; falsificaționiștii dogmatici și-au dat seama că în oricare caz nicio teorie nu este admisibilă. Ei au decis să admită teorii doar dacă sunt falsificabile - de un număr limitat de observații. Dar, chiar dacă ar exista astfel de teorii falsificabile - cele care pot fi contrazise de un număr limitat de fapte observabile - ele sunt încă logic prea apropiate de baza empirică.

1.2 Falsificarea metodologică

Falsificarea metodologică este o marcă a *convenționalismului*. Există o delimitare importantă între teoriile "pasiviste" și "activiste" ale cunoașterii. "Pasiviștii susțin că adevărata cunoaștere este amprenta naturii pe o minte perfect inertă: activitatea mentală poate duce numai la părtinire și distorsiune. Cea mai influentă școală pasivistă este empirismul clasic. "Activiștii" susțin că nu putem citi cartea naturii fără activitate mentală, fără a o interpreta în lumina așteptărilor sau a teoriilor noastre. "Activiștii" conservatori susțin că suntem născuți cu așteptările noastre de bază; cu ele transformăm lumea în "lumea noastră", dar trebuie să trăim pentru totdeauna în închisoarea lumii noastre. Activiștii revoluționari consideră că aceste cadre conceptuale ale noastre pot fi dezvoltate și înlocuite de altele noi și mai bune; noi suntem cei care ne creen "închisorile" și putem, de asemenea, să le demolăm.

Poincare, Milhaud și Le Roy s-au opus ideii de dovadă prin intuiție progresivă și au preferat să explice succesul istoric continuu al mecanicii newtoniene printr-o decizie metodologică luată de oamenii de știință: după o perioadă considerabilă de experiență empirică inițială, oamenii de știință pot decide să nu permită ca teoria să fie refuzată. Odată ce au luat această decizie, ei rezolvă (sau dizolvă) anomaliile aparente prin ipoteze auxiliare sau alte "stratageme convenționale". Acest convenționalism conservator are totuși dezavantajul de a face imposibilă ieșirea din închisorile noastre, odată ce prima perioadă de încercare și eroare s-a încheiat și marea decizie a fost luată. Nu poate rezolva problema eliminării acelor teorii care au fost triumfale pentru o perioadă lungă de timp. Conform convenționalismului conservator, experimentele pot avea o putere suficientă pentru a respinge teoriile tinere, dar nu pentru a respinge teoriile vechi, stabile: în timp ce știința crește, puterea dovezilor empirice se diminuează. Criticii lui Poincare au refuzat să-i accepte ideea, că, deși oamenii de știință își construiesc cadrele conceptuale, vine o vreme când aceste cadre se transformă în închisori care nu pot fi demolate. Această critică a dat naștere la două școli rivale ale

convenționalismului revoluționar: simplicismul lui Duhem și falsificarea metodologică a lui Popper.

Duhem acceptă poziția convenționaliștilor că nicio teorie fizică nu se destramă doar sub greutatea "refutărilor", dare susține că poate încă să se prăbușească sub greutatea "reparațiilor continue" și a multor resturi încurcate când "coloanele sunt mâncate de viermi" și nu mai pot suporta "clădirea"; atunci teoria își pierde simplitatea originală și trebuie înlocuită. Dar falsificarea este atunci lăsată gustului subiectiv sau, în cel mai bun caz, modei științifice, și prea multă libertate este lăsată pentru aderarea dogmatică la o teorie favorită.

Popper și-a propus să găsească un criteriu care este mai obiectiv și mai dificil de contracarat. El nu a putut accepta emascularea empirismului, inerentă chiar și în abordarea lui Duhem, și a propus o metodologie care permite experimentelor să fie puternice chiar și în știința "matură". Falsificaționismul metodologic al lui Popper este atât convențional, cât și falsificator, dar el diferă de convenționaliștii conservatori, considerând că declarațiile decise prin acord nu sunt universale, ci singulare; diferă de falsificatorul dogmatic, considerând că valoarea de adevăr a unor astfel de afirmații nu poate fi dovedită prin fapte, dar, în unele cazuri, poate fi decisă prin acord.

Convenționalismul conservator duhemian (sau "*justificaționismul metodologic*") face nefalsificabile arbitrar unele teorii (universale) temporale, care se disting prin puterea lor explicativă, simplitate sau frumusețe. Convenționalistul revoluționar popperian (sau "*falsificaționismul metodologic*") face imposibilă falsificarea arbitrară a unor afirmații singulare.

Falsificarea metodologică folosește teoriile noastre cele mai de succes ca extensii pentru simțurile noastre și lărgește gama de teorii care pot fi aplicate la testare cu mult dincolo de gama de teorii strict observaționale ale falsificatorului dogmatic. Necesitatea deciziilor de a delimita teoria testată de cunoștințele de fond neproblematice este o caracteristică a acestui tip de

falsificaționism metodologic. Această considerație arată elementul convențional în acceptarea unei teorii într-un anumit context (metodologic) al statutului de "observator". În mod similar, există un element convențional considerabil în decizia privind adevărata valoare reală a unei declarații de bază pe care o luăm după ce am decis ce "teorie observațională" să se aplice. O singură observație poate fi rezultatul tensionant al unei erori triviale: pentru a reduce astfel de riscuri, falsificatorii metodologici prescriu un anumit control al siguranței. Cel mai simplu control este de a repeta experimentul (este o chestiune de convenție de câte ori) prin fortificarea potențialului falsificator printr-o "ipoteză falsifiantă bine coroborată". Falsificatorul metodologic subliniază de asemenea că, de fapt, aceste convenții sunt instituționalizate și susținute de comunitatea științifică; lista falsificatorilor "acceptați" este furnizată de verdictul experților experimentali. Acesta este modul în care falsificatorul metodologic își stabilește baza sa empirică.

Dar Lakatos consideră că această "bază" poate fi cu greu numită "bază" prin standarde justificative: nu există nicio dovadă în acest sens.

Falsificatorul metodologic realizează că, dacă vrem să reconciliem falibilismul cu raționalitatea (non-justificativă), trebuie să găsim o cale de a elimina unele teorii. Dacă nu reușim, creșterea științei nu va fi decât o creștere a haosului. Falsificatorul metodologic separă respingerea și eșecul dovedirii pe care falsificatorul dogmatic le-a confundat. Este un falibilist, dar falibilismul său nu-și slăbește poziția critică: el transformă propozițiile falsificabile într-o "bază" pentru o politică riguroasă. Pe aceste grupe el propune un nou criteriu de demarcare: numai acele teorii - adică propoziții non-observaționale - care interzic anumite stări "observabile" de lucruri și, prin urmare, pot fi "falsificate" și respinse, sunt "științifice" sau, pe scurt, o teorie este "științifică" (sau "acceptabilă") dacă are o "bază empirică". Acest criteriu scoate în evidență diferența dintre falsificarea dogmatică și cea metodologică.

Falsificatorul metodologic oferă o soluție interesantă pentru combinarea criticii greșite cu falibilismul. Nu numai că oferă o bază filosofică pentru falsificare, după ce falibilismul a tras covorul de sub picioarele falsificatorului dogmatic, dar, de asemenea, lărgește amploarea acestor critici în mod considerabil. Falsificând într-un nou cadru, el salvează codul atractiv de onoare al falsificatorului dogmatic: acea onestitate științifică constă în specificarea, în prealabil, a unui experiment astfel încât, dacă rezultatul contrazice teoria, teoria trebuie abandonată .

Există cel puțin două *caracteristici cruciale* comune atât falsificării dogmatice cât și falsificării metodologice, care sunt în mod evident disonante cu istoria reală a științei: că (1) un test este - sau trebuie făcut - ca un corn bifurcat în lupta între teorie și experiment, astfel încât în confruntarea finală numai aceștia să se confrunte reciproc; și (2) singurul rezultat interesant al unei astfel de confruntări este falsificarea (concludentă). Cu toate acestea, istoria științei sugerează că testele (1) sunt - cel puțin - lupte cu trei bifurcații între teorii rivale și experiment și (2) unele dintre cele mai interesante experimente rezultă, *prima facie*, mai degrabă în confirmare decât falsificare.

Dacă istoria științei nu susține teoria raționalității științifice, avem două alternative. O alternativă este abandonarea eforturilor de a oferi o explicație rațională a succesului științei. Metoda științifică (sau "logica descoperirii"), concepută ca disciplină a aprecierii raționale a teoriilor științifice - și a criteriilor de progres - dispare. Putem să încercăm să explicăm schimbările în "paradigme" din punct de vedere al psihologiei sociale. Aceasta este metoda lui Polanyi și a lui Kuhn. Cealaltă alternativă, propusă de Lakatos, este să încercăm cel puțin să reducem elementul convențional în falsificare (nu îl putem elimina) și să se înlocuiască variantele naive ale falsificării metodologice - caracterizate prin tezele (1) și (2)) de mai sus - printr-o versiune sofisticată care ar da un nou raționament al falsificării și, astfel, metodologiei de salvare și ideii progresului științific.

Așa cum a subliniat Lakatos, teoria demarcării lui Popper se bazează pe presupunerea că există teste critice care fie falsifică o teorie, fie o coroborează. Totuși, Lakatos neagă că există teste critice în sensul popperian, în știință. El consideră că disjuncția "falsificare/coroborare" oferită de Popper este mult prea logică: necoroborarea nu este neapărat falsificare, iar falsificarea unei teorii științifice de nivel înalt nu este niciodată rezultată dintr-o observație izolată sau un set de observații. Astfel de teorii sunt, în general, acceptate, foarte rezistente la falsificare. Ele sunt falsificate, sau nu, argumentează Lakatos, nu prin teste critice popperiene, ci mai degrabă în contextul elaborat al programelor de cercetare asociate acestora, care ajung treptat la o stagnare, rezultând o distanță tot mai mare între fapte care trebuie să fie explicate și programele de cercetare în sine. Distincția lui Popper între logica falsificabilității și metodologia aplicată nu reușește, în cele din urmă, să dea dreptate deplină faptului că toate teoriile de nivel înalt cresc și trăiesc în ciuda existenței unor anomalii (adică evenimente/fenomene incompatibile cu teoriile). Existența unor astfel de anomalii nu este de obicei considerată de omul de știință ca un indiciu că teoria în cauză este falsă; dimpotrivă, el, de obicei și, în mod necesar, va presupune că ipotezele auxiliare care sunt asociate cu teoria pot fi modificate pentru a încorpora și explica anomaliile existente.

1.3 Falsificaționismul metodologic sofisticat

Lakatos a propus o modificare a criteriului lui Popper pe care l-a numit "*falsificaționism sofisticat (metodologic)*" Din această perspectivă, criteriul de delimitare ar trebui să se aplice nu unei ipoteze sau unei teorii izolate, ci mai degrabă unui întreg program de cercetare.

Pentru falsificatorul naiv, orice teorie care poate fi interpretată ca falsificabilă din punct de vedere experimental este "acceptabilă" sau "științifică". Pentru falsificatorul sofisticat, o teorie este "acceptabilă" sau "științifică" numai dacă a coroborat conținutul empiric în exces față de predecesorul (sau rivalul) său, adică numai dacă duce la descoperirea de fapte noi. Această condiție

poate fi analizată în două clase: noua teorie are un conținut empiric în exces ("acceptabilitatea 1") și că o parte din acest conținut în exces este verificat ("acceptabilitatea 2"). Prima clauză poate fi verificată instantaneu printr-o analiză logică a priori; a doua poate fi verificată numai empiric și acest lucru poate dura un timp nedeterminat.

Pentru falsificatorul naiv, o teorie este falsificată printr-o declarație "observațională" (fortificată) care se află în conflict cu ea (sau mai degrabă, pe care decide să o interpreteze ca fiind în conflict cu aceasta). Falsificatorul sofisticat consideră teoria științifică T falsificată dacă și numai dacă o altă teorie T' a fost propusă cu următoarele caracteristici:

1. T' are un conținut empiric în exces față de T: adică prezice fapte noi, improbabile sau chiar interzise de T;
2. T' explică succesul anterior al lui T, adică tot conținutul lui T este conținut (în limitele erorii observaționale) în conținutul lui T'; și
3. parte din conținutul excesiv al lui T' este coroborat.

Pentru explicitarea conceptului său, Lakatos ia ca exemplu o serie de teorii, T1, T2, T3, ... în care fiecare teorie ulterioară rezultă din adăugarea unor clauze auxiliare (sau din reinterpretări semantice) ale teoriei anterioare pentru a acomoda unele anomalii, fiecare teorie având cel puțin conținutul neînvechit al predecesorului său. Să spunem că o astfel de serie de teorii este teoretic progresivă (sau "constituie o schimbare a problemelor teoretic progresiv") dacă fiecare teorie nouă are un conținut empiric în exces față de predecesorul său, adică dacă prezice un fapt nou, neașteptat până acum. Să presupunem că o serie de teorii progresivă teoretic este, de asemenea, progresivă empiric (sau "constituie o schimbare a problemelor empiric progresiv") dacă se confirmă și unele din aceste excese empirice, adică dacă fiecare teorie nouă ne conduce la descoperirea reală a unor noi fapte. În cele din urmă, numim o problemă progresivă dacă este atât progresivă teoretic, cât și

empiric, și degenerată în caz contrar. Acceptăm problemele ca "științifice" doar dacă sunt cel puțin teoretic progresive; dacă nu sunt, le "respingem" ca "pseudoștiințifice". Progresul este măsurat de gradul în care o schimbare de probleme este progresivă, de gradul în care seria teoriilor ne conduce la descoperirea unor fapte noi. Considerăm o teorie din serie "falsificată" atunci când este înlocuită de o teorie cu conținut mai coroborat.

Falsificaționismul sofisticat schimbă astfel problema modului de evaluare a teoriilor la problema modului de evaluare a seriilor de teorii. Nu este o teorie izolată, ci doar o serie de teorii pot fi considerate a fi științifice sau neștiințifice: aplicarea termenului "științific" la o singură teorie este o greșeală de categorisire.

Onestitatea neojustificaționistă a cerut specificarea probabiliății oricărei ipoteze în lumina dovezilor empirice disponibile. Onestitatea falsificaționismului naiv a cerut testarea falsificabilirății și respingerea nefalsificabilității și falsificării. În cele din urmă, onestitatea falsificaționismului sofisticat cere ca să se încerce să se privească lucrurile din diferite puncte de vedere, să prezinte noi teorii care anticipează fapte noi și să se respingă teoriile care au fost înlocuite de cele mai puternice.

Potrivit lui Paul Thagard, (Thagard 1978) o teorie sau disciplină este pseudoștiințifică dacă îndeplinește două criterii. Unul dintre acestea este că teoria nu reușește să progreseze, iar cealaltă că "comunitatea practicienilor face puține încercări de a dezvolta teoria către soluții ale problemelor, nu este preocupată de încercări de evaluare a teoriei față de celelalte și este selectivă în considerarea confirmărilor și a dezacordurilor." O diferență majoră între abordarea sa și cea a lui Lakatos este aceea că Lakatos ar clasifica o disciplină non-progresivă drept pseudoștiințifică chiar dacă practicanții ei muncesc din greu pentru a o îmbunătăți și a o transforma într-o disciplină progresivă.

2 Toleranța metodologică

În lucrările sale timpurii, Lakatos pare să accepte că "după un *punct de saturație*: respingem teoria", pentru ca ulterior să afirme că, dimpotrivă, nu există "un astfel de lucru ca punctul de saturație" natural pentru un program de cercetare. Standardele sale de evaluare nu stabilesc, practic, nicio limită de timp pentru evaluarea finală a progresivității sau a degenerării empirice a unui program. La începutul unei idei științifice noi și ambițioase este cerută o anumită toleranță metodologică, și aceasta se aplică programelor de cercetare a căror euristică abia a apărut. Nu există nimic "irațional" în susținerea unei teorii cu stratageme ad-hoc ingenioase sau păstrând-o în ciuda perioadelor lungi fără succes empiric. *Experimentele "cruciale"* sunt considerate a fi cruciale doar decenii mai târziu, "după o îndelungată retrospectivă". În jargon hegelian, "cunoașterea absolută", sub forma unei "conștiințe de sine" și a "auto-posedării spiritului", este disponibilă doar la sfârșitul procesului: (Lakatos însuși afirmă că "în Proofs and Refutations am fost mai degrabă Hegelian și am crezut că există un" punct de saturație natural "; acum folosesc expresia cu accent ironic. Nu există nicio limitare previzibilă sau constatabilă a imaginației umane în inventarea unor noi teorii care măresc conținutul.") (Lakatos 1978)

Criteriul de demarcație al lui Lakatos este mult mai tolerant decât cel al lui Popper. Un program de cercetare inconsecvent nu trebuie să fie condamnat ca fiind nesăbuit. Lakatos respinge teza hegeliană că există în realitate contradicții. Dar, deși știința vizează adevărul și, prin urmare, consecvența, aceasta nu înseamnă că nu poate să rezolve o mică inconsecvență pe parcurs: ”Descoperirea unei inconsecvențe - sau a unei anomalii - nu trebuie să oprească imediat dezvoltarea unui program: poate fi rațional să se pună inconsistența într-o anumită carantină ad-hoc și să se continue cu euristica pozitivă a programului.”

Există un alt punct în care criteriul de demarcație al lui Lakatos este mai tolerant decât cel al lui Popper. Pentru Popper, dacă o teorie nu este falsificabilă, atunci nu este științifică și asta-i

tot. Pentru Lakatos *un program de cercetare poate fi științific în o etapă, mai puțin științific (sau ne-științific) în alta (dacă încetează să genereze predicții noi și nu își poate digera anomaliile), dar poate să revină ulterior, recuperând statutul său științific*. Putem spune foarte rar că un program de cercetare nu este științific. Putem spune doar că nu pare prea științific acum și că perspectivele de redresare nu arată bine. Pentru Popper, putem spune dacă o teorie este științifică sau nu investigând implicațiile ei logice. Pentru Lakatos, cele mai bune presupuneri s-ar putea dovedi a fi greșite, întrucât statutul științific al unui program de cercetare este determinat, în parte, de istoria sa, nu doar de caracterul său logic, iar istoria, așa cum a proclamat însuși Popper, este în esență imprevizibilă.

Pentru Popper, *criteriul empiric* în timp, pentru o teorie satisfăcătoare, era să fie în acord cu faptele observate. Pentru Lakatos, criteriul empiric pentru o serie de teorii este că ar trebui să producă fapte noi. Ideea creșterii și conceptul de caracter empiric sunt unite într-una. Forma revizuită a falsificării metodologice neagă faptul că în cazul unei teorii științifice, decizia ”depinde de rezultatele experimentelor. Dacă acestea confirmă teoria, o putem accepta până când vom găsi una mai bună. Dacă ele contrazic teoria, o respingem.” Ceea ce decide în cele din urmă soarta unei teorii nu este rezultatul unui test, nici un experiment. Nu există nicio falsificare înainte de apariția unei teorii mai bune. Astfel, afirmă Lakatos, caracterul distinctiv negativ al falsificării naive dispare; critica devine mai dificilă și, de asemenea, pozitivă, constructivă. Dar, dacă falsificarea depinde de apariția unor teorii mai bune, atunci falsificarea nu este pur și simplu o relație între teorie și baza empirică, ci o relație multiplă între teorii concurente. Se poate spune că falsificarea are un "caracter istoric". Mai mult, unele dintre teoriile care conduc la falsificare sunt adesea propuse pentru a fi din nou verificate. Această teorie epistemologică a relației dintre teorie

și experiment diferă de teoria epistemologică a falsificării naive. Astfel, *"experimentele cruciale" pot fi recunoscute ca atare drept anomalii doar retrospectiv*, în lumina unei teorii suprapuse.

"*Falsificarea*" în sensul falsificării naive (necoroborare) nu este o condiție suficientă pentru eliminarea unei teorii specifice: în ciuda a sute de anomalii cunoscute, Lakatos nu o consideră falsificată (adică eliminată) până când nu există alta mai bună. "Falsificarea" în sens naiv nu este nici necesară pentru falsificare în sensul sofisticat: o schimbare a problemelor progresive nu trebuie să fie amestecată cu "refutațiile". Știința poate să crească fără nici o "refutare" care să o conducă pe acel drum. Falsificatorii naivi sugerează o creștere liniară a științei, în sensul că teoriile sunt urmate de refutări puternice care le elimină; aceste refutări sunt la rândul lor urmate de noi teorii. Problematica științei ține mai degrabă de proliferarea teoriilor rivale, decât de contraexemple sau de anomalii.

Apare aici o dificultate semantică. Pentru falsificatorul naiv, o "*refutare*" este un rezultat experimental care, prin forța deciziilor sale, intră în conflict cu teoria testată. Dar, conform falsificării sofisticate, nu trebuie să luăm astfel de decizii înainte ca pretinsa "instanță de respingere" să devină instanța confirmatoare a unei noi teorii mai bune. Prin urmare, ori de câte ori vedem termeni precum "respingere", "falsificare", "contraexemple", trebuie să verificăm în fiecare caz dacă acești termeni sunt aplicați în virtutea deciziilor falsificatorului naiv sau sofisticat.

Putem evalua programele de cercetare, chiar și după eliminarea lor, pentru *puterea lor euristică*: câte fapte noi au produs, cât de mare a fost "capacitatea lor de a-și explica refutațiile pe parcursul creșterii lor"?

În faza progresivă a unui program, principalul stimulent euristic vine din euristica pozitivă: *anomaliile* sunt în mare parte ignorate. În faza de degenerare, puterea euristică a programului

scade. În absența unui program rival, această situație se poate reflecta în psihologia oamenilor de știință printr-o hipersensibilitate neobișnuită la anomalii și printr-un sentiment de "criză" kuhniană.

Ar fi greșit să presupunem că trebuie să rămânem cu un program de cercetare până când nu și-a epuizat toată puterea euristică, că nu trebuie să introduci un program rival înainte ca toată lumea să fie de acord că probabil că a ajuns la punctul de degenerare. Istoria științei a fost și ar trebui să fie o istorie a programelor de cercetare concurente ("paradigme"), dar nu a fost și nu trebuie să devină o succesiune de perioade de știință normală: cu cât mai devreme începe competiția, cu atât mai bine pentru progres. "Pluralismul teoretic" este mai bun decât "monismul teoretic": în acest punct, Popper și Feyerabend au dreptate, iar Kuhn greșește, afirmă Lakatos.

Problemele degenerative nu sunt un motiv mai suficient pentru a elimina un program de cercetare decât unele "refutări" sau "crize" kuhniene. Un astfel de motiv obiectiv este furnizat de un program de cercetare rival, care explică succesul anterior al rivalului său și îl înlocuiește printr-o nouă expunere a puterii euristice. 2

Cu toate acestea, criteriul "puterii euristice" depinde foarte mult de modul în care interpretăm "noutatea factuală".

Un nou program de cercetare care tocmai a intrat în competiție poate începe prin a explica "fapte vechi" într-un mod nou, dar poate dura mult timp înainte de a fi văzut că produce fapte "cu adevărat noi". Toate acestea sugerează că nu trebuie să renunțăm la un program de cercetare în devenire, pur și simplu pentru că până acum nu a reușit să depășească un rival puternic. Nu ar trebui să îl abandonăm decât dacă, presupunând că rivalul său nu ar fi acolo, ar constitui o problemă progresivă. Atâta timp cât un program de cercetare în devenire poate fi reconstituit rațional ca o problemă progresivă, el ar trebui să fie protejat pentru o vreme de un puternic rival existent.

Aceste considerente, în ansamblu, subliniază importanța *toleranței metodologice*. Chiar și celebrele "experimente cruciale" nu vor avea nici o forță de răsturnare a unui program de cercetare. În cadrul unui program de cercetare, "experimente cruciale minore" între versiunile ulterioare sunt destul de frecvente. Experimentele "decid" cu ușurință între versiunea științifică n și (n + 1), deoarece (n + 1) nu este numai inconsistent cu n, ci îl și înlocuiește.

Atunci când două programe de cercetare *concurează*, primele lor modele "ideale" se ocupă, de obicei, cu aspecte diferite ale domeniului. Pe măsură ce programele de cercetare rivale se extind, acestea se întind treptat pe teritoriul celuilalt. Primul este înfrânt într-o bătălie, în timp ce al doilea câștigă. Dar războiul nu s-a terminat: oricărui program de cercetare i se permit câteva astfel de înfrângeri. Tot ce are nevoie pentru o revenire este de a produce o versiune (n + 1) (sau (n + k)) care crește conținutul și o verificare a conținutului său nou.

Dacă un astfel de revenire, după efort susținut, nu este în curs de desfășurare, războiul este pierdut și experimentul original este văzut, cu retrospectivă, că a fost "crucial". Chiar dacă programul învins este un program vechi și "obosit", în apropierea "punctului său natural de saturație", acesta poate continua să reziste pentru o lungă perioadă de timp și să reziste cu inovații ingenioase de creștere a conținutului. Este foarte dificil să învingi un program de cercetare susținut de oameni de știință talentați și imaginativi. În mod alternativ, apărătorii încăpățânați ai programului învins pot oferi explicații ad-hoc ale experimentelor sau o "reducere" ad-hoc a programului victorios către cel înfrânt.

Lakatos afirmă că nu există nici un punct de saturație natural. Nu există nicio limitare previzibilă sau constatabilă a imaginației umane în inventarea unor noi teorii de creștere a conținutului pentru a le recompensa cu un anumit succes empiric chiar dacă acestea sunt false sau

chiar dacă noua teorie are mai puțină verisimilitudine - în sensul lui Popper - decât predecesoarea sa.

3 Euristica

Euristica este un concept central al filosofiei lui Lakatos. Există o notă de subsol în secțiunea "History of science and its rational reconstructions" (1970) din *The methodology of scientific research programmes* în care el a făcut distincția explicită: euristica înseamnă regulile descoperirii, în timp ce logica descoperirii sau metodologia face regulile pentru evaluarea rezultatelor deja existente ale științei. În timp ce euristica în *Proofs and Refutations* a fost un set de reguli care să ghideze rezolvarea problemelor pentru omul de știință individual, *The methodology of scientific research programmes* nu oferă niciun sfat euristic oamenilor de știință individuali, dar oferă recomandări pentru o comunitatea științifică rațională asupra modului în care ar trebui să acționeze.

În lucrările timpurii ale lui Lakatos, ”*logica descoperirii*” a fost un sinonim pentru ”euristică”, dar și pentru ”metodologie”: „Eu folosesc cuvântul ”metodologie” într-un sens asemănător cu ”euristica” lui Pólya și Bernay și "logica descoperirii" sau "logica situațională" a lui Popper." (Lakatos 1976) Scopul euristicii a fost să descrie tiparele gândirii, modul de creștere a cunoașterii. Rezolvarea problemelor, condusă de regulile euristice, poate fi un fel de "dialog interior". Mai târziu, Lakatos a făcut distincție între aceste roluri.

Pentru Po'lya, euristica este un set de strategii pentru rezolvarea problemelor matematice pentru a învăța, a preda și a reconstitui matematica. Descoperirea și invenția sunt considerate în principal în aspectele lor psihologice. (Polya 1990) Potrivit lui Popper, logica descoperirii este atât descriptivă cât și normativă. Potrivit autorului Lakatos, rolul "metodologiei euristice" este strict legat de obiectul său de cercetare, de a înțelege logica dezvoltării, modelul dialectic al creșterii,

raționalitatea în procesul de elaborare. Din acest punct de vedere, metodologia euristică încearcă să identifice regulile care au făcut posibilă o astfel de creștere în trecut și, în același timp, să prevadă cum să se obțină progrese în viitor. Metoda euristică, deși failibilă, este atât evaluativă, cât și normativă.

Conform lui Lakatos, metodologia nu se mai referă la setul de reguli și strategii care trebuie adoptate în contextul descoperirii. Numai euristica o face. Dar principiile euristice (spre deosebire de cele metodologice) nu sunt "obiective" și "autonome", ele sunt supuse schimbării, alături de schimbările din domeniul științei (Kuhn ar spune că în funcție de paradigma la un moment dat.)

> ”Un anumit tip de *proliferare a teoriilor rivale* poate juca un rol euristic accidental în falsificare. În multe cazuri, falsificarea depinde euristic [condiția] de faptul că sunt oferite suficient de multe teorii suficient de diferite." (K. R. Popper 1940) De exemplu, este posibil să avem o teorie T, care este aparent nerefutată. Dar se poate întâmpla ca o nouă teorie T', inconsistentă cu T, să fie propusă, care să se potrivească în egală măsură cu faptele disponibile: diferențele sunt mai mici decât gama de erori observaționale. În astfel de cazuri, inconsistența ne determină să ne îmbunătățim "tehnicile experimentale" și, astfel, să perfecționăm "baza empirică" astfel încât fie T fie T' (sau, întâmplător, ambele) să poată fi falsificate: "Avem nevoie de o nouă teorie pentru a afla unde vechea teorie era deficitară." (K. Popper 2002, 246) Dar rolul acestei proliferări este *accidental* în sensul că, odată ce baza empirică este rafinată, lupta se dă între această bază empirică rafinată și teoria T aflată sub test; teoria rivală a acționat doar ca un catalizator. (K. Popper 2002, 35)

Cele mai importante serii de teorii științifice în dezvoltarea științei se caracterizează printr-o anumită *continuitate* care leagă membrii lor, și care evoluează dintr-un program de cercetare schițat de la început, alcătuit din reguli metodologice: unele ne spun ce căi de cercetare să evităm (*euristica negativă*) și alele ce căi trebuie urmate (*euristica pozitivă*) . Se poate observa că euristica negativă și pozitivă oferă o definiție dură (implicită) a "cadrului conceptual" (și, în consecință, a limbajului). Recunoașterea faptului că istoria științei este mai degrabă istoria programelor de cercetare decât a teoriilor poate fi văzută ca o justificare parțială a ideii că istoria științei este istoria cadrelor conceptuale sau a limbajului științific.

Chiar și știința în ansamblul ei poate fi privită ca un imens program de cercetare cu regula supremă euristică a lui Popper: "să concepem ipoteze care să aibă un conținut mai empiric decât predecesorii lor". Astfel de reguli metodologice pot fi formulate, după cum a subliniat Popper, ca principii metafizice.

Lakatos are în vedere programe de cercetare particulare.

3.1 Euristica negativă: "nucleul dur" al programului

Euristica negativă a programului ne interzice să îndreptăm *modus tollens* către acest "*nucleu dur*". În schimb, trebuie să ne folosim inventivitatea pentru a articula sau chiar a inventa "*ipoteze auxiliare*", care formează o *centură de protecție* în jurul acestui nucleu. Această centură de protecție a ipotezelor auxiliare trebuie să suporte greutatea testelor și să fie ajustată și reglată, sau chiar complet înlocuită, pentru a apăra nucleul astfel întărit. Un program de cercetare are succes dacă toate acestea conduc la o problemă progresivă; fără succes, dacă duce la probleme degenerative.

Exemplul clasic al unui program de cercetare de succes este *teoria gravitațională a lui Newton*: probabil cel mai de succes program de cercetare vreodată. Inițial, acesta se confrunta cu o mulțime de "anomalii" ("contraexemple"), și se opunea teoriilor observaționale care susțineau aceste anomalii. Dar newtonienii au întors fiecare contraexemplu în cazuri coroborante, răsturnând teoriile observaționale inițiale și producând ei înșiși noi contra-exemple pe care le-au rezolvat, transformând fiecare nouă dificultate într-o nouă victorie a programului lor. (Laplace 1796) În programul lui Newton, euristica negativă ne invită să redirecționăm *modus tollens* de la cele trei legi ale dinamicii lui Newton și legea lui de gravitație. Acest "nucleu" este "irefutabil" prin decizia metodologică a proponenților săi: anomaliile trebuie să conducă la modificări numai în centura "protectoare" a ipotezelor auxiliare, "observaționale" și a condițiilor inițiale.

În timp ce "progresul teoretic" (în sensul descris de Lakatos) poate fi imediat, "progresul empiric" nu poate fi verificat, iar într-un program de cercetare putem să fim frustrați de o serie lungă de "refutări", înainte ca ipotezele auxiliare în creștere, cu conținut ingenios și norocos, să transforme un lanț retrospectiv de înfrângeri într-o poveste de succes, fie prin revizuirea unor "fapte" false, fie prin adăugarea de noi ipoteze auxiliare.

Ideea de "euristică negativă" a unui program de cercetare științifică raționalizează convenționalismul clasic într-o măsură considerabilă. Putem decide în mod rațional să nu permitem "refutărilor" să transmită falsitatea nucleului dur, atâta timp cât conținutul empiric coroborat al centurii de protecție a ipotezelor auxiliare crește. Dar abordarea lui Lakatos diferă de convenționalismul justificativ al lui Poincare în sensul că, spre deosebire de Poincare, susține că dacă și când programul încetează să anticipeze fapte noi, nucleul său dur ar putea fi abandonat: adică, spre deosebire de Poincare, se deteriorează în anumite condiții. În acest sens, Lakatos deste de partea lui Duhem, care a crezut că o astfel de posibilitate trebuie permisă; dar pentru Duhem motivul pentru o asemenea destrămare este pur estetic, în timp ce pentru Lakatos este în principal logic și empiric.

3.2 Euristica pozitivă: "centura de protecție" a programului

Chiar și programele de cercetare progresive cele mai rapide și mai consecvente își pot digera "contraexemplele" doar fragmentar: anomaliile nu sunt niciodată epuizate. Ordinea abordării anomaliilor este de obicei decisă de teoretician, independent de anomaliile *cunoscute*. Politica de cercetare, sau ordinea de cercetare, este prezentată în *euristica pozitivă* a programului de cercetare. Euristica negativă specifică "nucleul dur" al programului, care este "irefutabil" prin decizia metodologică a susținătorilor săi; euristica pozitivă constă dintr-un set de *sugestii sau idei*

parțial articulate privind schimbarea, dezvoltarea "variantelor refutabile" ale programului de cercetare, modul de modificare, sofisticare, a centurii de protecție "refutabile".

Euristica pozitivă stabilește un program care enumeră un lanț de *modele* din ce în ce mai complicate care simulează realitatea: atenția omului de știință este ațintită pe construirea modelelor sale, urmând instrucțiunile care sunt stabilite în partea pozitivă a programului său. El ignoră exemplele reale, datele "disponibile". Dacă un om de știință are o euristică pozitivă, el refuză să fie atras în observație. De aceea se vorbește de "modele" în programele de cercetare. Un "model" este un set de condiții inițiale (posibil împreună cu unele dintre teoriile observaționale) care se știe că trebuie să fie înlocuit în timpul dezvoltării ulterioare a programului și uneori chiar și cum anume. Existența "refutărilor" este irelevantă într-un program de cercetare, ele sunt previzibile; euristica pozitivă există ca *strategie* atât pentru predicție, cât și pentru digerarea anomaliilor. Dacă euristica pozitivă este clar definită, dificultățile programului sunt mai degrabă matematice decât empirice.

Se poate formula "euristica pozitivă" a unui program de cercetare ca un *principiu "metafizic"*. Euristica pozitivă este astfel în general mai flexibilă decât euristica negativă. Mai mult decât atât, uneori se întâmplă ca, atunci când un program de cercetare intră într-o fază degeneratoare, o mică revoluție sau o *schimbare creativă* a euristicii sale pozitive îl poate împinge din nou înapoi.

Euristica pozitivă se îndreaptă spre o ignorare aproape totală a "refutărilor": acestea sunt mai degrabă "*verificări*" decât refutări, care oferă puncte de contact cu realitatea. O "verificare" este o coroborare a conținutului excesiv în programul extins. Dar o "verificare" nu verifică un program: arată doar puterea sa euristică.

3.3 Bohr: un exemplu de program de cercetare

Schița programului de cercetare al lui Bohr poate fi caracterizată prin:

1. problema inițială;
2. euristica sa negativă și pozitivă;
3. problemele pe care le-a încercat să le rezolve în cursul dezvoltării;
4. punctul său de degenerare (punctul de saturație) și, în final,
5. programul prin care a fost înlocuit.

Problema de fond a fost modul în care atomii lui Rutherford (ca sistemele planetare cu electroni care circulă în jurul unui nucleu pozitiv) pot rămâne stabili, pentru că, conform teoriei electromagnetismului a lui Maxwell-Lorentz ar trebui să se prăbușească. Teoria lui Rutherford era bine coroborată. Sugestia lui Bohr a fost să se ignore pentru moment inconsistența și să dezvolte în mod alternativ un program de cercetare a cărui versiuni "refutabile" să fie incompatibile cu teoria lui Maxwell-Lorentz. El a propus cinci postulate ca *nucleu dur* al programului său:

1. Radiația energetică [în interiorul atomului] nu este emisă (sau absorbită) în mod continuu ca în electrodinamica obișnuită, ci numai în timpul trecerii sistemelor între diferite stări "staționare".
2. Echilibrul dinamic al sistemelor în stările staționare este guvernat de legile obișnuite ale mecanicii, în timp ce aceste legi nu rămân valabile la trecerea sistemelor între diferitele stări.
3. Radiația emisă în timpul tranziției unui sistem între două stări staționare este omogenă și relația dintre frecvența ν și cantitatea totală de energie emisă E este dată de $E = h\nu$, unde h este constanta lui Planck.
4. Diferite stări staționare ale unui sistem simplu sunt determinate de condiția ca raportul dintre energia totală emisă în timpul formării configurației și frecvența de rotație a

electronului să fie un întreg de h . Presupunând că orbita electronului este circulară, această ipoteză este echivalentă cu presupunerea că momentul unghiular al electronului din jurul nucleului este egal cu un întreg de h/2π.

5. Starea "permanentă" a oricărui sistem atomic, adică starea în care energia emisă este maximă, este determinată de condiția ca momentul unghiular al fiecărui electron în jurul centrului orbitei să fie egal cu h/2π. (Bohr 1913)

Principiul de corespondență al lui Bohr a jucat un rol dublu interesant în programul său. Pe de o parte, a funcționat ca un principiu euristic important care a sugerat numeroase noi ipoteze științifice care, la rândul său, au condus la fapte noi, în domeniul intensității liniilor de spectru. Pe de altă parte, a funcționat și ca un mecanism de apărare care "a încercat să utilizeze în cea mai mare măsură conceptele teoriilor clasice ale mecanicii și electrodinamicii, în ciuda contrastului dintre aceste teorii și cuantificarea acțiunii ", în loc să sublinieze urgența unui program unificat. În acest al doilea rol, el a redus gradul de problemă al programului.

Planul lui Bohr a fost acela de a elabora mai întâi teoria atomului de hidrogen. Primul său model urma să se bazeze pe un nucleu cu un proton fix cu un electron într-o orbită circulară; în al doilea model, a vrut să calculeze o orbită eliptică într-un plan fix; atunci intenționa să elimine restricțiile artificiale în mod clar ale nucleului; mai ales că se gândea să țină seama de posibila rotație a electronului, și apoi spera să își extindă programul la structura atomilor și moleculelor complicate și la efectul câmpurilor electromagnetice asupra lor, etc. Acest drum a fost planificat chiar de la început: ideea că atomii sunt analogi sistemelor planetare a prelungit un program lung, dificil, dar optimist și a indicat în mod clar politica de cercetare.

Prima lucrare a lui Bohr din 1913 conținea primul pas în programul de cercetare. Acesta conținea primul său model (îl voi numi M1), care a prezis deja fapte până atunci neprevăzute de

nicio teorie anterioară: lungimile de undă ale spectrului de emisii al liniei de hidrogen. Deși unele dintre aceste lungimi de undă erau cunoscute înainte de 1913, teoria lui Bohr a prezis mult mai mult decât aceste două serii cunoscute. Testele i-au reluat curând conținutul romanesc: o serie suplimentară a fost acoperită de Lyman în 1914, alta de Brackett în 1922 și încă una de Pfund în 1924.

Deoarece seria Balmer și Paschen au fost cunoscute înainte de 1913, unii istorici prezintă povestea ca exemplu baconian "în ascensiune inductivă": (1) haosul liniilor de spectru, (2) o "lege empirică" (Balmer) (3) explicația teoretică (Bohr).

De fapt, problema lui Bohr nu era să explice seria lui Balmer și a lui Paschen, ci să explice stabilitatea paradoxală a atomului Rutherford. Mai mult decât atât, Bohr nu a auzit nici măcar despre aceste formule înainte de a scrie prima versiune a lucrării sale.

Nu tot conținutul romanesc al primului model M1 al lui Bohr a fost coroborat. De exemplu, M1 al lui Bohr a pretins că prezice toate liniile din spectru de emisie al hidrogenului. Dar au existat dovezi experimentale pentru o serie de linii care, potrivit lui Bohr în M1, nu ar fi existat niciuna. Seria anormală a fost seria ultravioletă Pickering-Fowler.

Bohr nu a fost, însă, foarte impresionat de fizicienii "autoritari" experimentali. El nu a pus la îndoială "experiența lor" sau "fiabilitatea observațiilor lor", dar a pus la îndoială teoria lor observațională. Într-adevăr, el a propus o alternativă. El a elaborat mai întâi un model nou (M2) al programului său de cercetare: modelul de heliu ionizat, cu un proton dublu orbitat de un electron. Acum acest model prezice o serie ultravioletă în spectrul heliului ionizat care coincide cu seria Pickering-Fowler. Aceasta a constituit o teorie rivală. Apoi a sugerat un "experiment crucial": el a prezis că seria lui Fowler poate fi produsă, eventual chiar cu linii mai puternice, într-un tub care este umplut cu un amestec de heliu și clor. Mai mult, Bohr a explicat experimentaliștilor, fără a se

uita chiar la aparatul lor, rolul catalitic al hidrogenului în experimentul lui Fowler și al clorului în experimentul pe care l-a sugerat. Într-adevăr, el avea dreptate. Astfel, prima înfrângere aparentă a programului de cercetare a fost transformată într-o victorie răsunătoare.

Victoria, cu toate acestea, a fost imediat pusă la îndoială. Fowler a recunoscut că seria sa nu era hidrogen, ci o serie de heliu. Dar a subliniat că programul lui Bohr nu a reușit încă: lungimile de undă din seria Fowler diferă semnificativ de valorile prezise de M2. Astfel, programul, deși nu respinge M1, încă refuză M2, și, din cauza legăturii strânse dintre M1 și M2, aceasta subminează M1.

Bohr a înlăturat argumentul lui Fowler: desigur, el nu a spus niciodată ca M2 să fie luat în serios. Valorile lui s-au bazat pe un calcul brut bazat pe orbita electronilot în jurul unui nucleu fix; dar, bineînțeles, ei orbitează în jurul centrului de greutate comun. Acest model modificat a fost modelul M3 al lui Bohr. Și însuși Fowler a trebuit să recunoască că Bohr avea din nou dreptate.

Refutarea aparentă a lui M2 s-a transformat într-o victorie pentru M3; și a fost clar că M2 și M3 ar fi putut fi dezvoltate în cadrul programului de cercetare - poate chiar până la M17 sau M20 - fără niciun stimulent din observație sau experiment. În acest stadiu, Einstein a spus despre teoria lui Bohr: "Este una dintre cele mai mari descoperiri".

Programul de cercetare al lui Bohr a continuat după cum era planificat. Următorul pas a fost de a calcula orbitele eliptice. Trecerea la acest nou model relativist a necesitat mult mai multă abilitate matematică și talent decât dezvoltarea primelor câteva modele.

Moseley a subliniat imediat după prima publicare a lui Bohr că "nu reușește să țină seama de a doua linie mai slabă găsită în fiecare spectru". Bohr nu era supărat: era convins că euristica pozitivă a programului său de cercetare ar explica și chiar corecta observațiile lui Michelson. Și

așa a fost. Multe înfrângeri ale primelor modele ale lui Bohr au fost transformate de Sommerfeld și de școala din München în victorii pentru programul de cercetare al lui Bohr.

Schița aceasta arată cum o schimbare progresivă poate conferi credibilitate - și rațiune - unui program inconsecvent. Simpla introducere a cuantelor în acțiune nu înseamnă încă faptul că a fost stabilită o adevărată teorie cuantică. Dificultățile au crescut treptat, mai degrabă decât să se diminueze; și deși cercetarea a rezolvat între timp unele dintre ele, diferențele rămase în teorie erau stresante. De fapt, ceea ce în teoria lui Bohr a servit ca bază a legilor de acțiune consta în anumite ipoteze pe care cu o generație în urmă orice fizician le-ar fi respins fără dubiu. Deși inițial a fost o chestiune de a se instala cât mai puțin posibil un element nou și ciudat într-un sistem existent, care în general era privit ca fiind stabilit, intrusul, după ce a câștigat o poziție sigură, a preluat acum ofensiva; și acum pare o certitudine faptul că sistemul vechi este pe cale să explodeze la un moment dat. Singura întrebare era, în ce moment și în ce măsură se va întâmpla acest lucru.

În programul lui Bohr nu s-au prevăzut și planificat toate evoluțiile din program când a fost schițată prima euristică pozitivă. Când au apărut niște lacune curioase în modelele sofisticate ale lui Sommerfeld (unele linii previzionate nu au apărut niciodată), Pauli a propus o ipoteză adițională profundă ("principiul excluderii"), care nu numai că reflecta lacunele cunoscute, dar a reformulat teoria învelișului sistemului de elemente periodice și a anticipat fapte până atunci necunoscute.

Astfel acest program a ajuns într-un punct în care puterea sa euristică a scăzut. S-au multiplicat ipotezele ad-hoc și nu au putut fi înlocuite cu explicații care măresc conținutul. Programul a rămas în urma descoperirii "faptelor". Anomaliile nedigerate au inundat programul. Cu inconsecvențe tot mai sterile și ipoteze ad-hoc tot mai adânci, în faza de degenerare programul de cercetare a început să-și piardă caracterul empiric. În curând a apărut un program de cercetare rival: mecanica ondulatorie. Nu numai că noul program, chiar și în prima sa versiune, explica

condițiile cuantice ale lui Planck și Bohr, dar a condus și la noi fapte interesante. În versiunile sale ulterioare, tot mai sofisticate, a oferit soluții la probleme care au fost complet inaccesibile programului de cercetare al lui Bohr și a explicat teoriile ad hoc ulterioare ale programului lui Bohr prin teorii satisfăcând standarde metodologice ridicate. Mecanica ondulatorie a prins curând, a învins și a înlocuit programul lui Bohr.

Programul de cercetare al teoriei cuantice în ansamblu a fost un program "grefat" și, prin urmare, neacceptat pentru fizicienii cu opinii profund conservatoare precum Planck. Există două poziții extreme și la fel de iraționale în ceea ce privește un program grefat.

Poziția conservativă este de a opri noul program până când inconsecvența de bază cu programul vechi este reparat într-un fel: este irațional să lucrăm la fundații inconsecvente. "Conservatorii" se vor concentra pe eliminarea inconsecvenței explicând (în mod apropiat) postulațiile noului program în termenii vechiului program: consideră că este irațional să continue cu noul program fără o reducere de succes. Planck însuși a ales așa. El nu a reușit, în ciuda deceniului de muncă grea pe care a investit-o în el.

Poziția anarhistă cu privire la programele grefate este să extindă anarhia în fundație ca o virtute și să considere inconsecvența [slabă] fie ca o proprietate de bază a naturii, fie ca o limitare finală a cunoașterii omului, așa cum au făcut-o unii dintre urmașii lui Bohr.

Poziția rațională este cel mai bine caracterizată de Newton, care se confruntă cu o situație care într-o anumită măsură era similară celei discutate. Mecanica carteziană de tip push, pe care programul lui Newton era inițial grefat, a fost (slab) incompatibilă cu teoria gravitației lui Newton. Newton a lucrat atât la programul său euristic (cu succes), cât și la un program reducționist (fără succes), și a fost dezaprobat atât de cartezieni care, asemenea lui Huyghens, au crezut că nu merită

să pierdem timpul cu un program "neinteligibil", cât și de unii dintre ucenicii lui care, ca și Cotes, credeau că inconsistența nu prezintă nici o problemă.

Poziția rațională în ceea ce privește programele "grefate" este aceea de a exploata puterea lor euristică fără a se resemna în fața haosului fundamental care este în creștere. În ansamblu, această atitudine a dominat vechea teorie cuantică înainte de 1925. În noua teorie post-1925, poziția "anarhistă" a devenit dominantă, iar fizica cuantică modernă, în interpretarea sa de la Copenhaga, a devenit unul dintre principalii purtători standard ai obscurantismului filosofic. În noua teorie, "principiul complementarității" notoriu al lui Bohr a încorporat inconsecvența [slabă] ca o trăsătură fundamentală de bază a naturii și a îmbinat pozitivismul subiectivist și filosofia antică dialectică și chiar a limbajului obișnuit într-o singură alianță nesănătoasă. În 1925, Bohr și asociații săi au introdus o reducere nouă și fără precedent a standardelor critice pentru teoriile științifice. Aceasta a dus la o înfrângere a rațiunii în fizica modernă și la un cult anarhist de haos incomprehensibil.

Planck însuși oferă o descriere dramatică a acestor ani: "Încercările mele inutile de a se potrivi cuantic elementului de acțiune în teoria clasică au continuat timp de câțiva ani și m-au costat foarte mult efort. Mulți dintre colegii mei au văzut în acest lucru ceva care se învecinează cu o tragedie." (Whittaker 1960, 103–4)

Einstein și aliații săi nu au câștigat lupta. Cele două puncte de vedere, cuantic și câmpul electromagnetic, sunt complementare în sensul lui Bohr. Această complementaritate este una dintre marile realizări ale filosofiei naturale, în care interpretarea de la Copenhaga a epistemologiei teoriei cuantice a rezolvat conflictul vechi dintre teoriile corpusculare și undele de lumină.

3.4 Proofs and Refutations

Proofs and Refutations, (Lakatos 1976) este scrisă ca o serie de dialoguri socratice între un grup de elevi care dezbat demonstrația caracteristicilor Euler definite pentru poliedre. În carte sunt explicate multe idei logice importante, accentuându-se pe ideea de euristică pozitivă. Cartea include două anexe. În prima, Lakatos dă exemple ale procesului euristic în descoperirea matematică în special și în cea științifică în general. În al doilea rând, el contrastează abordările deductiviste și euristice și oferă analize euristice ale unor concepte de ”dovezi”.

Deși cartea este scrisă ca o narațiune, se dezvoltă o metodă reală de investigare, cea a "dovezilor și refutărilor":

1. Dacă aveți o conjectură, încercați să o dovediți și să o refutați. Controlați cu atenție dovezile pentru a pregăti o listă de premize non-triviale (analiza dovezii); găsiți contraexemple atât pentru conjectură (contraexemple globale) cât și pentru premizele suspecte (contraexemple locale).
2. "Metoda de încorporare a premizelor": Dacă aveți un contraexemplu global, renunțați la conjectură, adăugați la analiza dovezilor o premiză/lemă potrivită, care va fi refutată de contraexemplu, și înlocuiți conjectura la care ați renunțat cu una îmbunătățită care încorporează această premiză/lemă ca o condiție. Nu permiteți ca o refutare să fie respinsă ca un monstru. Încercați să faceți toate "premizele/lemele ascunse" explicite.
3. Dacă aveți un contraexemplu local, verificați dacă nu este, de asemenea, un contraexemplu global. Dacă este, puteți aplica cu ușurință regula 2.
4. Dacă aveți un contraexemplu care este local dar nu global, încercați să vă îmbunătățiți analiza dovezilor prin înlocuirea premizei/lemei respinse (”vinovate”) cu una nefalsificată.

5. "Creșterea conținutului prin evaluarea/intuiția deductivă": Dacă aveți exemple de orice fel, încercați să găsiți, prin evaluare/intuiție deductivă, o dovadă mai profundă la care nu mai sunt contraexemple.

Această modificare a dovezii poate fi interpretată ca păstrarea structurii generale a dovezii și modificarea doar a unei părți din dovada care a fost refutată de contraexemplele locale sau, mai radical, elaborarea unei dovezi mai profunde care este complet diferită de dovada originală.

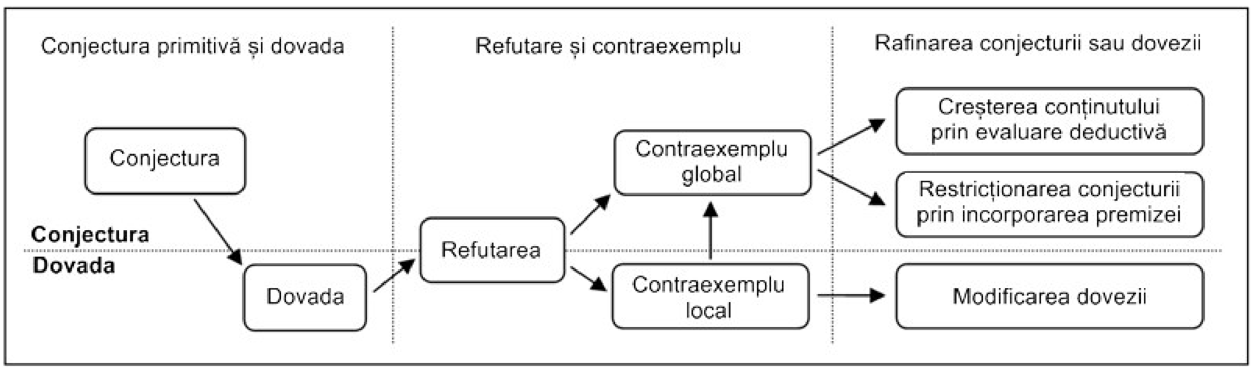


Figura 1: Reguli euristice în dovezi și refuzații (Komatsu 2012)

În știință, același model euristic (unul frecvent întâlnit în matematică) are un rol important:

1. Se propune o problemă. O soluție este prezentată sub forma unei conjecturi naive (conjectura primitivă).
2. Dovada (un experiment sau argument brut, descompunând conjectura primitivă în subconjecturi). Conjectura naivă este explicată și refutată. Explicația este analizată în leme, iar lemele sunt încorporate în conjecturile naive. Rezultatul este o teoremă irefutabilă.
3. Apar contraexemple "globale" (contraexemple la conjectura primitivă) care sunt urmărite punctual.
4. Re-examinarea dovezii: este reperată "lema vinovată" la care contraexemplul global este un contraexemplu local. Această lemă vinovată a rămas până atunci "ascunsă" sau

poate a fost identificată greșit. Acum este explicită și încorporată în conjectura primitivă ca o condiție. Teorema - conjectura îmbunătățită - înlocuiește conjectura primitivă cu noul concept generat de dovezi ca o caracteristică a sa de primă importanță.

5. Dovezile altor teoreme sunt examinate pentru a vedea dacă lema nou descoperită sau noul concept generat de dovezi au loc în ele: acest concept poate fi găsit la intersecțiile diferitelor dovezi și, astfel, se dovedește a fi de importanță fundamentală.
6. Consecințele acceptate până în prezent ale conjecturii originale și refutate sunt verificate.
7. Contraexemplele sunt transformate în noi exemple - se deschid noi domenii de cercetare. Refutațiile locale totale conduc la teorii rivale.
8. După punctul de saturație: respingerea.

4 Concluzii

Concluzia lui Lakatos este că *nu există experimente cruciale*, cel puțin nu dacă acestea sunt menite a fi experimente care pot răsturna instantaneu un program de cercetare. Abia atunci când un program de cercetare suferă o înfrângere și este înlocuit de un altul, putem să numim un experiment ca fiind crucial dacă se dovedește că a furnizat o instanță coroborată spectaculoasă pentru programul victorios și un eșec pentru cel înfrânt.

Regulile euristice nu sunt obligatorii și "nu există logică infailibilistă a descoperirii științifice, una care ar duce în mod infailibil la rezultate." (Lakatos 1976) Regulile euristice sunt cele care merită de obicei să fie urmate - câteodată funcționează, uneori nu. Există loc pentru invenție metodică.

Unitatea originală a euristicii, metodologiei și logicii descoperirii nu a fost totuși nefondată: atât euristica, cât și metodologia se referă la îmbunătățirea teoriilor. Este întotdeauna

posibil să se îmbunătățească modul în care cineva gândește, adică, pe baze metodice. Avem nevoie de apreciere atunci când intenționăm să ne îmbunătățim teoriile. Dar evaluarea este totuși clar diferită de euristică - cel puțin logic. Euristica presupune doar "semnalizări", în timp ce metodologia ne spune, chiar dacă provizoriu, dacă mergem în direcția corectă. O teorie într-un program de cercetare poate fi tratată corect ca progresivă sau degenerată doar în perspectivă, în funcție de evoluțiile sale. Aceasta este istoricitatea cunoașterii, adevărului, raționalității și metodologiei în filosofia lui Lakatos.

În lumina considerațiilor acestuia, ideea de *raționalitate instantanee* poate fi văzută ca fiind utopică. Dar această idee utopică este un semn distinctiv al majorității epistemologiilor. Toate teoriile bazate pe raționalitate instantanee eșuează. Raționamentul funcționează mult mai încet decât majoritatea oamenilor tind să creadă și, chiar și atunci, în mod greșit. Continuitatea științei, tenacitatea unor teorii, raționamentul unei anumite cantități de dogmatism nu pot fi explicate decât dacă vom contura știința ca pe un câmp de luptă al programelor de cercetare, mai degrabă decât al unor teorii izolate. Se poate înțelege foarte puțin despre creșterea științei atunci când paradigma noastră a unei părți a cunoștințelor științifice este o teorie izolată, fără a fi încorporată într-un program de cercetare major. Sistemul propus de Lakatos implică un nou criteriu de demarcație între "știința matură" constând în programe de cercetare, și "știința imatură" constând dintr-un simplu model cu peticiri prin încercare și eroare. De exemplu, se poate să avem o presupunere, o respingem și apoi aceasta este salvată de o ipoteză auxiliară care nu este ad-hoc. Poate prezice fapte noi, dintre care unele pot fi coroborate. Cu toate acestea, se poate realiza un astfel de "progres" cu o serie arbitrară de teorii deconectate.

Știința matură constă din programe de cercetare în care se anticipează nu numai fapte noi, ci, în sens important, și teorii auxiliare noi; știința matură are "putere euristică". În euristica

pozitivă a unui program puternic există, de la început, o schiță generală a modului în care se construiesc centurile de protecție: această putere euristică generează autonomia științei teoretice.

Raționalitatea științifică a lui Lakatos, deși bazată pe cea a lui Popper, se depărtează de unele dintre ideile sale generale. Lakatos susține, într-o anumită măsură, atât convenționalismul lui Le Roy cu privire la teorii, cât și convenționalismul lui Popper în ceea ce privește propozițiile de bază. În această privință, oamenii de știință nu sunt iraționali atunci când tind să ignore contraexemplele și să urmărească secvența de probleme, așa cum este prescrisă de euristica pozitivă.

Metodologia lui Lakatos a fost văzută, pe bună dreptate, ca o încercare de a reconcilia falsificabilitatea lui Popper cu opiniile lui Thomas Kuhn. Popper a văzut știința ca fiind alcătuită din convingeri îndrăznețe explicative și refutări dramatice care au condus la noi presupuneri. Kuhn (și Polanyi în fața lui) au contestat asta. Lakatos a propus o cale de mijloc, în care instrumentele socio-psihologice ale lui Kuhn au fost înlocuite de cele logico-metodologice. Nu se evaluează o teorie izolată, ci mai degrabă "programul de cercetare" în care se generează această teorie dintr-o serie de teorii testabile. Fiecare teorie are un nucleu dur protejat de o "centură de protecție" a ipotezelor auxiliare. Atunci când o anumită teorie este respinsă, aderenții programului nu dau vina pe presupunerile de bază, considerate "incontestabile prin *fiat*", ci pe ipotezele din "centura de protecție" (euristica negativă) care sunt modificate pentru a face față problemei. Aceste modificări sunt ghidate de principiile euristicile pozitive ale programului. Un program avansează teoretic dacă noua teorie rezolvă anomalia și este independent verificabilă făcând noi predicții, și avansează empiric dacă se confirmă cel puțin una dintre aceste noi predicții. Un program poate progresa, atât teoretic, cât și empiric, chiar dacă fiecare teorie produsă în cadrul acestuia este respinsă. Un

program degenerează dacă teoriile sale succesive nu sunt teoretic progresive (pentru că nu prezic fapte noi) sau nu sunt progresive empiric (deoarece predicțiile noi sunt respinse).

Filozofia lui Lakatos combină ideile lui Hegel, Po'lya și Popper într-un echilibru interesant, în care lipsurile unei abordări sunt atenuate sau compensate de punctele tari ale alteia. Fallibilismul lui Popper atenuează autoritarismul lui Hegel. Iraționalitatea descoperirii este înlocuită de ideea unei raționalități care se desfășoară dinamic și a unor reguli bine structurate de descoperire. Subiectivismul lui Po'lya este înlocuit de procesul "alienat", obiectivizat al lui Hegel. Acesta nu este doar un mozaic filozofic. Lakatos a folosit instrumente puternice pentru a aborda problema raționalității științei și a evoluției teoriilor.

Bibliografie

Bohr, Niels. 1913. "On the Constitution of Atoms and Molecules, Part I." *Philosophical Magazine* 26: 1–25.

Komatsu, Kotaro. 2012. "Lakatos' Heuristic Rules as a Framework for Proofs and Refutations in Mathematical Learning: Local-Counterexample and Modification of Proof | Request PDF." ResearchGate. 2012. https://www.researchgate.net/publication/286440840_Lakatos'_heuristic_rules_as_a_framework_for_proofs_and_refutations_in_mathematical_learning_Local-counterexample_and_modification_of_proof.

Lakatos, Imre. 1976. "Proofs and Refutations Edited by Imre Lakatos." Cambridge Core. 1976. https://doi.org/10.1017/CBO9781139171472.

———. 1978. "The Methodology of Scientific Research Programmes." Cambridge Core. 1978. https://doi.org/10.1017/CBO9780511621123.

Laplace, Pierre-Simon. 1796. *Exposition Du Systeme Du Monde*. First Edition edition. Cercle-Social.

Polya, G. 1990. *Mathematics and Plausible Reasoning, Volume 1: Induction and Analogy in Mathematics*. Reprint edition. Princeton, N.J: Princeton University Press.

Popper, Karl. 2002. *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge*. 2nd edition. London ; New York: Routledge.

Popper, Karl R. 1940. "What Is Dialectic?" *Mind* 49 (196): 403–426.

Thagard, Paul R. 1978. "Why Astrology Is a Pseudoscience." *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association* 1978: 223–234.

Whittaker, Edmund Taylor. 1960. *A History of the Theories of Aether and Electricity*. Harper.